

### 第三章 射出成型與模具

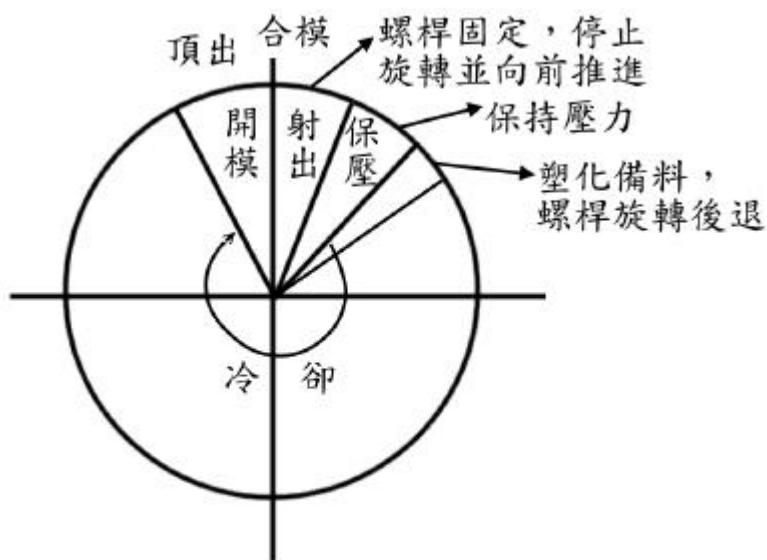
#### 【課堂精華】

#### 1. 射出成型

##### 射出成形原理與流程

射出成形的原理勢將塑膠粒以定量、間歇的方式，自進料漏斗加入，送至加熱管中加熱使其融化後，透過活塞住或推頭向前推進，經過噴嘴射入模具的模穴中。當模穴充滿後，模具的冷卻系統將塑膠料冷卻成固體，待降低到適當溫度後，即可開模頂出成品，然後合模繼續下一個射出循環。

射出的主要流程，可以下圖表示：



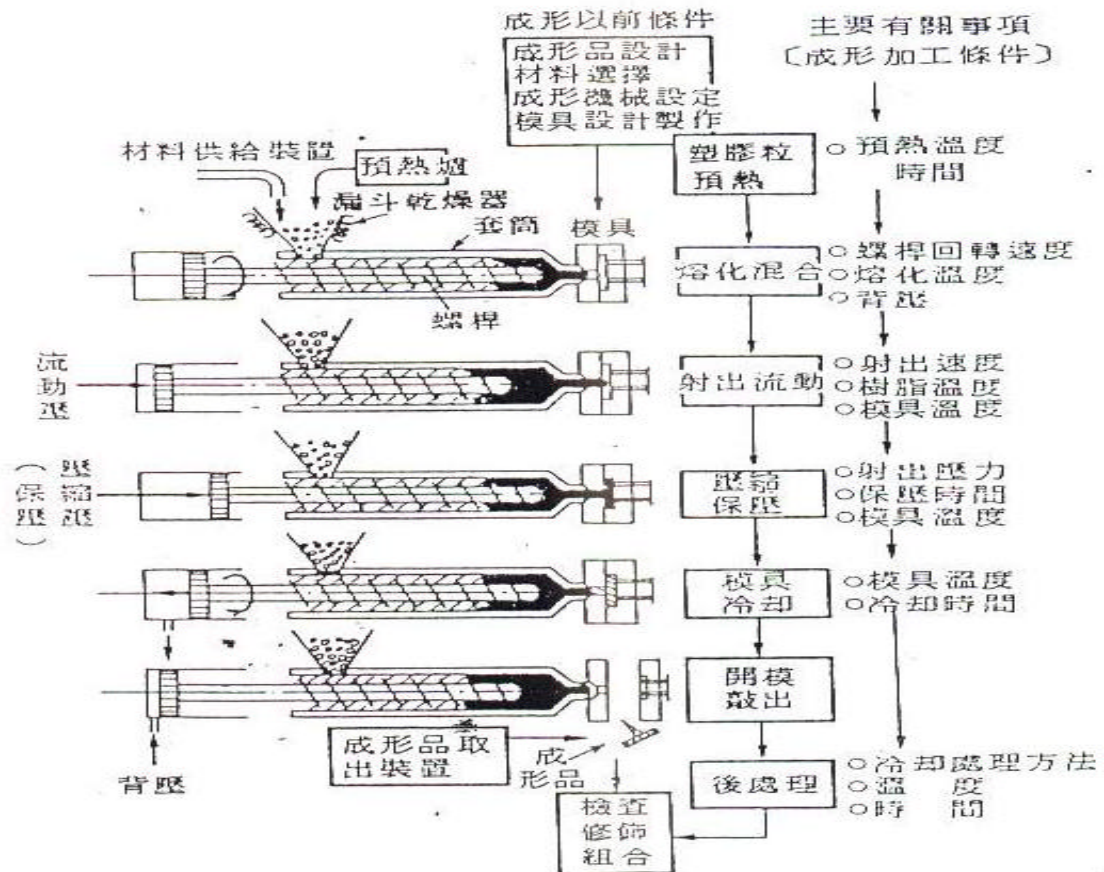
射出成型的主要機制與流程，可以分成幾個部分，下圖以最普遍

的螺桿式射出成形機為例子來說明：

- (1) 塑膠粒預熱進料：將塑膠粒放入漏斗中，並且加溫預熱，可乾燥塑膠粒並節省熔化時間。
- (2) 熔化混合：把漏斗中的塑膠粒驅入加熱之圓管，利用活塞或者螺桿之前進，使的塑膠粒通過加熱管，在圓管內裝有分流梭( torpedo ) 完全熔化並且均勻混和。
- (3) 射出流動：熔化的塑膠在活塞或螺桿產生高壓驅動下，經由噴嘴( nozzle ) 被射入閉合的模穴中。
- (4) 壓縮保壓：射出後螺桿或活塞不會馬上收回，而會維持模穴內壓力，待澆口冷卻凝固後，才會回到原來位置。
- (5) 模具冷卻：模具內有冷卻水道，可以冷卻射入模穴中的高溫熔融態塑膠，使其降低到具有足夠強度的溫度( 塑膠的強度是溫度與時間的函數 )。
- (6) 開模頂出：待塑膠降低到適當溫度後，即可打開模具，進行頂出動作，取出成品。

(7) 後處理：將成品上的廢料剪除，或者進行其他整理修飾動作，組裝成品。

參考下圖可提供更完整的概念：



## 射出機規格

鎖模力的評估方式如下：

(1) 依照成形材料之模內面積平均壓力來計算鎖模力

$$F = A \times P_m \times (1 + \quad) \times 10^{-3}$$

F：必要之合模力（噸）

A：模內投影總面積合（ $\text{cm}^2$ ）

$P_m$ ：模內平均壓力（ $\text{Kg}/\text{CM}^2$ ）

## 射出成形設備

射出成形設備主要可分為：

射出單元（Injection Unit）：功能為融解、混和塑膠粒，並升壓射出融化的塑膠液。

鎖模單元（Clamping Unit）：控制模具的開關、鎖模，並且頂出成品。

射出單元主要由入料筒、加熱管、加設備等組成。入料筒一般為漏斗狀，負責塑膠粒的進料，加熱管外圍有加熱器，負責加溫使的塑膠顆粒軟化，加壓設備負責提高壓力以供液態狀塑膠射出。

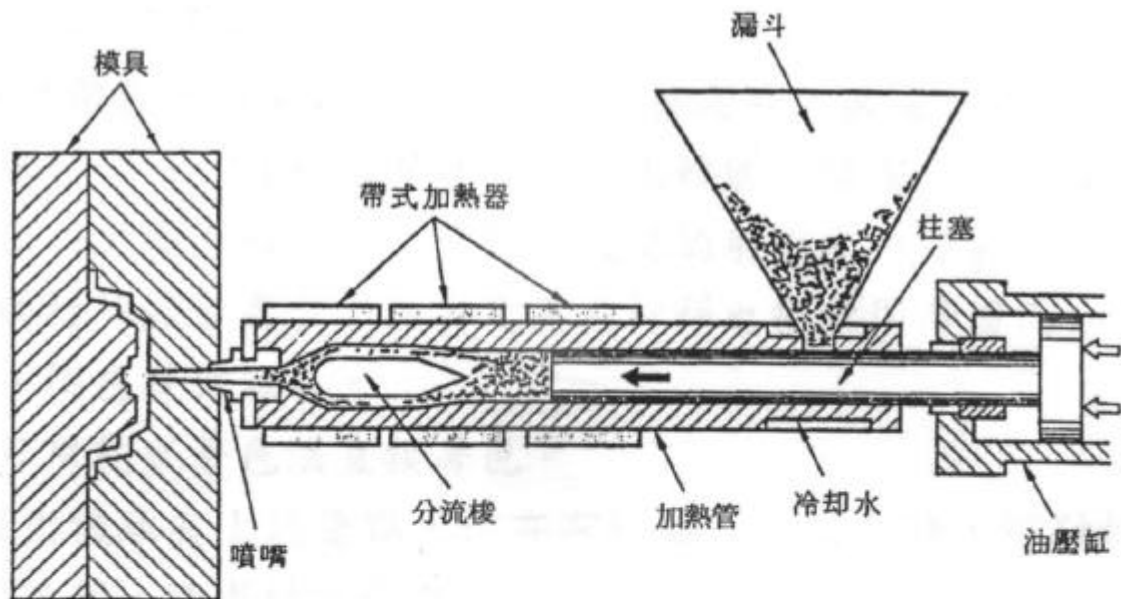
鎖模單元主要分成提供鎖模力的機構：有油壓式與機構式兩種，  
可動側模版：為模具的可動（開合）部分，內有頂出銷可以頂出射出

成品。

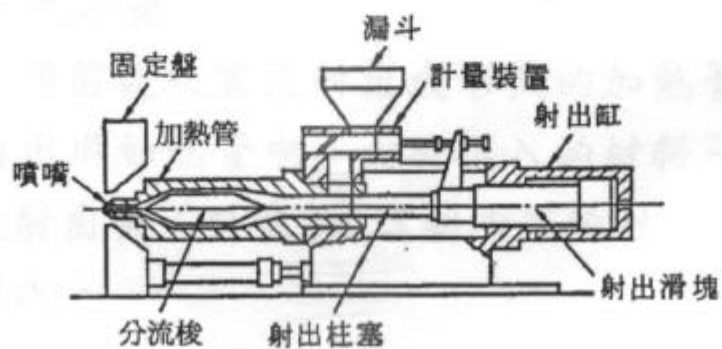
一般的塑膠射出設備可分成四種：

柱塞射出型機（Ram-fed injection molding machine）

最早的射出成形即是柱塞式射出形機，其構造如下圖所示。



柱塞式射出成形的原理



柱塞式射出裝置

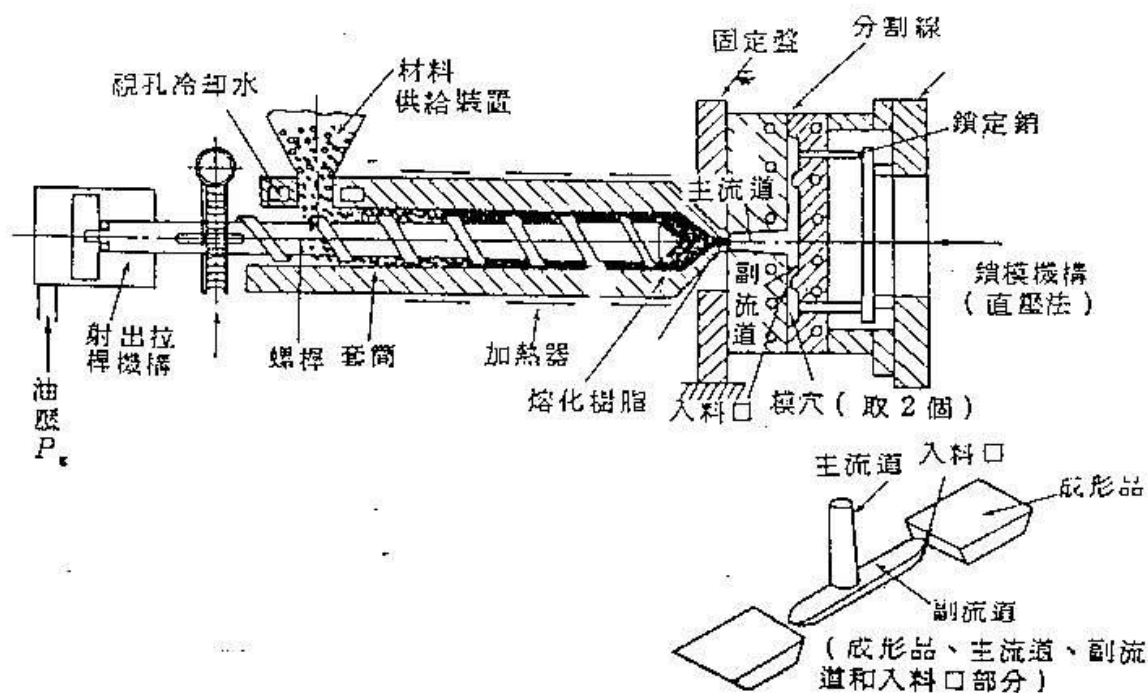
從漏斗落下的材料，利用連結於射出柱塞的計量裝置，進行往復運動而計量，計量終了，射出柱塞前進，材料受壓通過加熱管內表面與分流梭構成狹小通路，塑膠料在此受到充分加熱，成為熔融狀態，

再從噴嘴部分射出進入模具內。分流梭外圍相對於中心軸成輻射狀配置很多細長溝槽，材料在通過此部分時，會被均勻的加熱融化。

柱塞的缺點在於對塑膠料的可塑化能力較差，不能夠使塑膠料充分的均勻融化，射出的壓力損失也大，目前使用的較少。

### 螺桿式射出成形機 (Screw-fed injection molding machine)

下圖即是



螺桿式射出成形機，是目前最廣泛使用的射出機型態。

螺桿式射出機比起柱塞式的優點如下：

(1) 藉螺桿的混料作用，材料內部也會發熱，比較能均勻的融化塑膠

料，可塑化能力較大。

(2) 由於加熱管的內部壓力損失少，可使用較低的射出壓力即可成形。

(3) 加熱管內的材料滯留處少，熱安定性差的材料較不會因為滯留而產生分解。

(4) 材料更換容易，換色操作簡單。

(5) 某些材料可利用乾式著色法直接著色（因為螺桿的混料較均勻）

螺桿式射出機雖有上述優點，但是亦有缺點，在射出時，熔融材料容易順著螺旋槽逆流，造成問題。

## 2. 模具 (Mold)

### 功能

模具的功能大致可分為以下幾點：

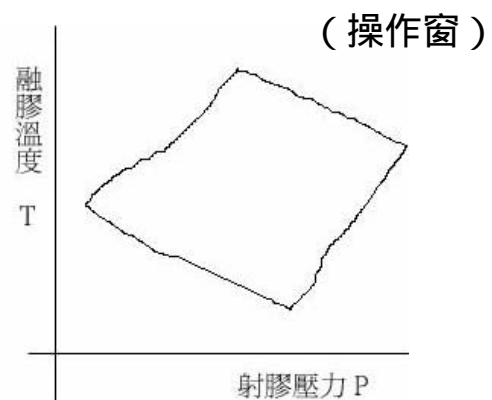
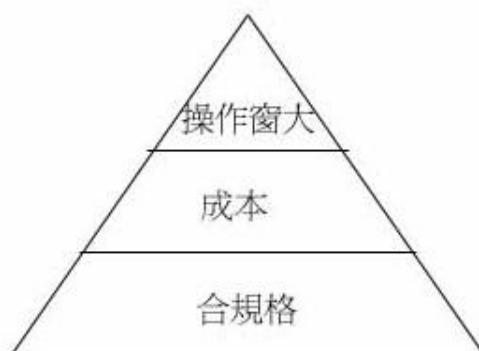
- 成型
- 冷卻 (溫控)
- 融膠傳輸
- 合模、閉模、鎖模
- 頂出

### 模具的選擇

尚若要在兩個 (或多個) 模具中作比較、選擇時，可依據以下幾點：

1. 合規格 – 出來的成品必須附和尺寸大小、精密度之規定。
2. 成本低 – 生產週期 (cycle time) 要短、廢料少、後加少、成品壽命長等等，都可降低製作成本。
3. 操作窗大 – 操作窗愈大愈好，其好處為 (1) 良率高 (2) 穩定 (3)

可以用性能較低的機器，可減低成本





## 模具性能的評詁

什麼樣的模具性能好？

我們可以從模具之融膠流道系統及冷卻系統上大略看出模具的好壞。

## 塑膠模具材料選擇考量

一般我們射出的成品以塑膠為多數，而塑膠模具材料應針對塑料的種類、模具壽命、精度、成本等來選擇物理化學性質合宜的鋼料。

鋼料相關的物理化學性質有：

- (1) 機械強度 – 承受鎖模力
- (2) 韌性
- (3) 熱導性
- (4) 尺寸穩定性
- (5) 溫度穩定性
- (6) 焊接性
- (7) 鏡面加工
- (8) 耐磨耗性
- (9) 耐腐蝕性

## 規劃之重要性

模具設計能影響模具製造的難易，好的設計能用最低成本生產出精良耐用的模具。模具設計更決定成品的質，一個不良的設，即使使

用最好的機器仍無法順利生產合乎規格的產品。模具設計也影響成型的容易度，設計不良會使允許的操作範圍太小，必需有貴的機器，還會因成型條件變動而生產不良。所以設計之前的按步規劃是模具設計的成功關鍵所在。

### 模具設計規劃

模具訂單大多指明將來配合模具使用的機器，機器的能力是模具設計必需注意的限制，機器能力的限制包括：

- (1) 射膠量 (shot size) – 每次射膠最大重量。
- (2) 塑化能力 (plasticating rate) – 單位時間塑化融膠重。
- (3) 鎖模力 (clamping force) – 最大能承受的總模穴壓力。
- (4) 最大射壓 (maximum injection pressure) – 射融膠的最大射壓。
- (5) 機器繫桿間面積 (effective area of machine platen) – 繫桿限制下的機器模板面積。

模穴充填靠射壓推動融膠前進，在最大射膠限制下，流長與厚度的平方成正比，與融膠黏性係數成反比。

$$L / H^2 = P / 32 C V n$$

L：流長

H：若寬是 W，厚是 T，則 H 為  $2WT / (W+T)$

C : 1.5 ( W >> T )

V : 波前速度 ( 約 20 cm/s )

P : 最大射壓 ( 例如 120MPA )

n : 融膠黏性係數

### 模穴數的選擇

模穴數的決定是模具設計的第一步，而其有二方面需要兼顧，即技術層面及經濟層面。

技術層面： (1) 模穴數影響品質 (2) 模穴數受射出機能力限制 (3) 模穴數受最大射壓最大流長限制 (4) 模穴數受目前可供調度加工機械限制	經濟層面： (1) 模穴數影響能否在交貨期內完成 (2) 模穴數要儘量降低零件成本 (3) 模穴數與要生產零件批量有關
---	--

### 模穴配量

模穴數選定後，如何配置是第二步。

模穴配置考量包括：

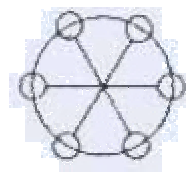
- (1) 充模時所有模穴要同步充滿。
- (2) 流長越短越好。
- (3) 各種作用力的合力，應通過模板中心。
- (4) 要有足夠空間裝置頂針、定位梢、冷卻管等。

模穴的排法：

### 圓周安排

(1) 好處 – 流長全同，脫模容易。

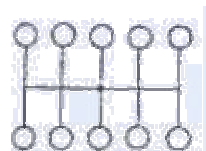
(2) 壞處 – 模穴數有限。



### 行列安排

(1) 好處 – 模穴數較多。

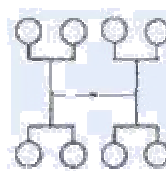
(2) 壞處 – 流長不同，需調整各段尺寸。



### 對稱安排

(1) 好處 – 穴數可多，流長相同。

(2) 壞處 – 融膠抵模穴前流長（易凝固，廢料多）



## 射出成型用模具的種類

射出成型所用模具的構造是多變的，不同的澆口方式、有不同的頂出方式與不同的模具結構，便可成各種種類的模具形式，一般基本常用的分類有二板模具及三板模具。分述如下：

### (一) 二板模具

此類型的模具為模具的標準構造，模具構造簡單，製作容易，所有射出成形用模具的基本製作與射出原理都以此為出發點，如圖 2.2-1 所示。

動作流程：此類型模具的固定側（一般為母模）固定於射出成型機的固定盤上，成為材料的射出部。可動側固定於成型機的可動盤上，射

出成型完後，開模時，成品附著於可動側，再利用成型機的開模動作

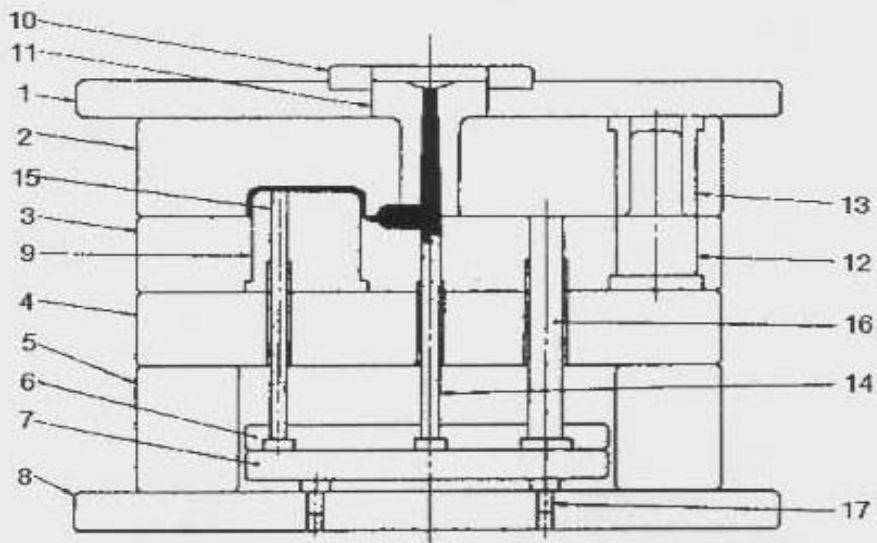


圖 2.2-1 二版式模具

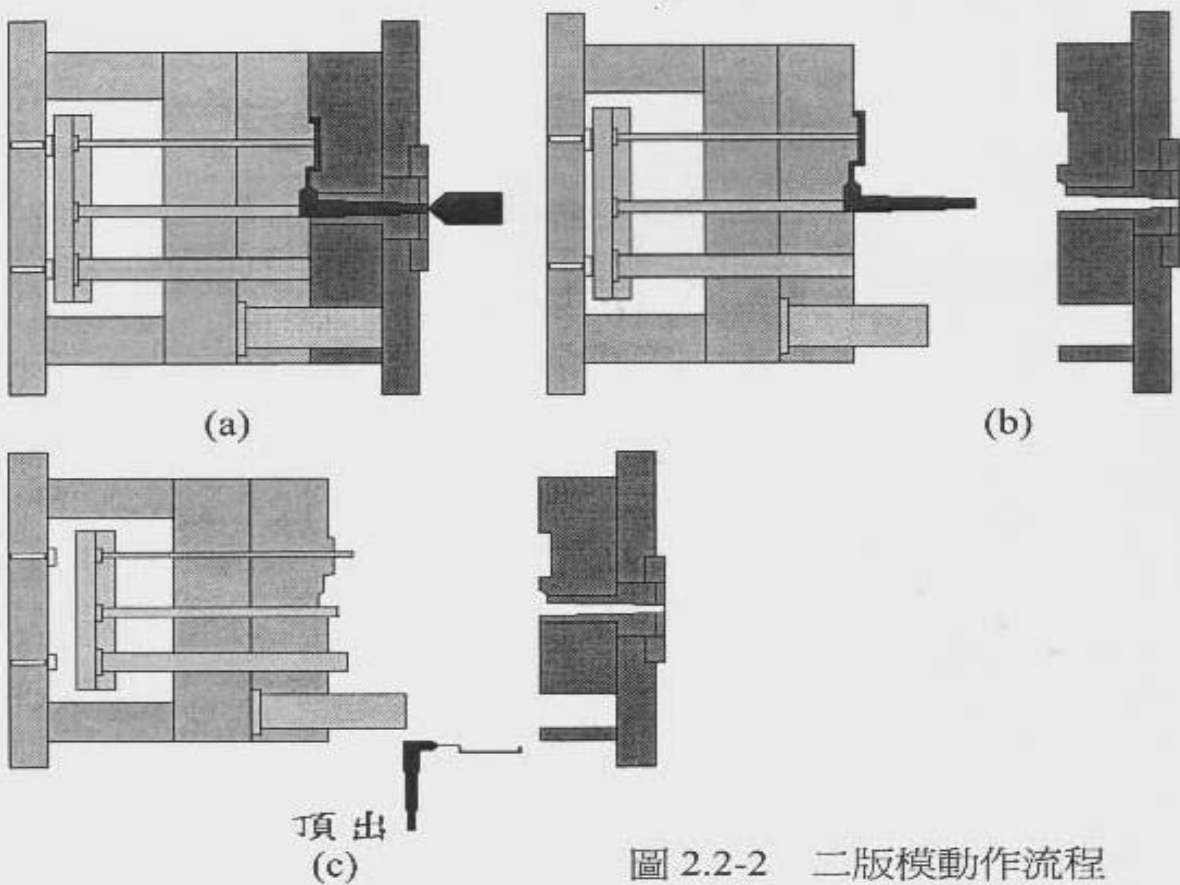


圖 2.2-2 二版模動作流程

## (二) 三板模具

此類模具與二板模式模具不同的是，除了兩塊模板外，另外插入一塊流道剝料板，模具的主要部分是由固定側模板、可動側模板及流道剝料板所構成，因此稱三板模具。圖 2.2-3 所示為三板式模具之造，上圖為模具閉合狀態，下圖為模具開啟、頂出成品及流道的情形。

動作流程：三板模具的開模方式及模具固定方式也不太一樣，三板模具的母模並不固定在固定側，而是在支撐銷上浮動的，合模時受活動側的頂壓而密著，開模時則分段分離，第一段先拉出公模及成品，並拉斷點狀澆口，第二段則是母模藉張力環或鍊條牽引脫離，並使橫澆道離開母模，第三段則經由限位螺栓的牽引，引動澆道脫料板，將澆道脫離及成品頂出。其優點是可高速自動化生產，可去除成品之後加工之成浪費，多模穴模具可後成品中心射入，且此種模具的澆道可以設在模具的任一位置而射入膠流。動作如圖 2.2-4 所示。

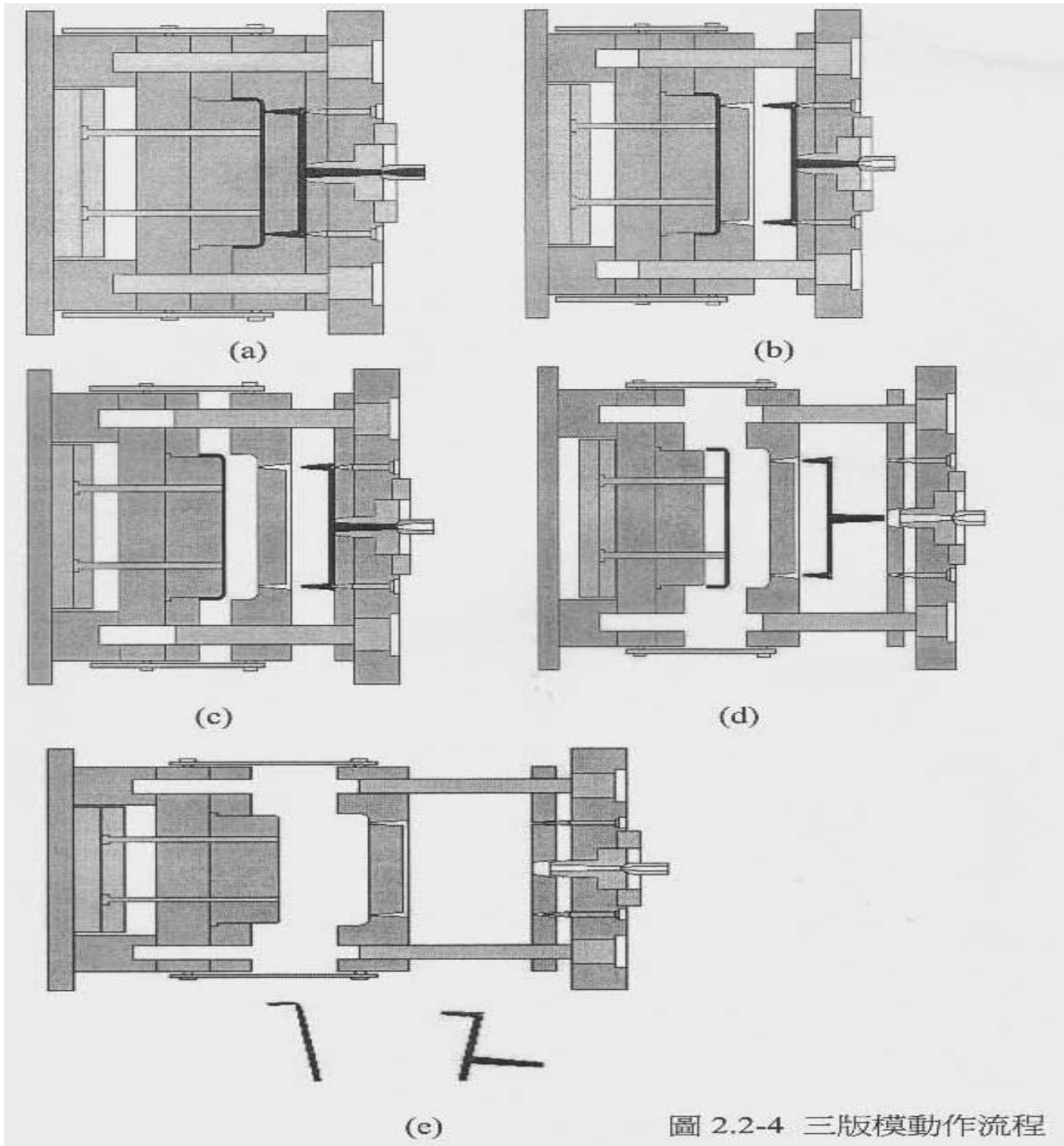
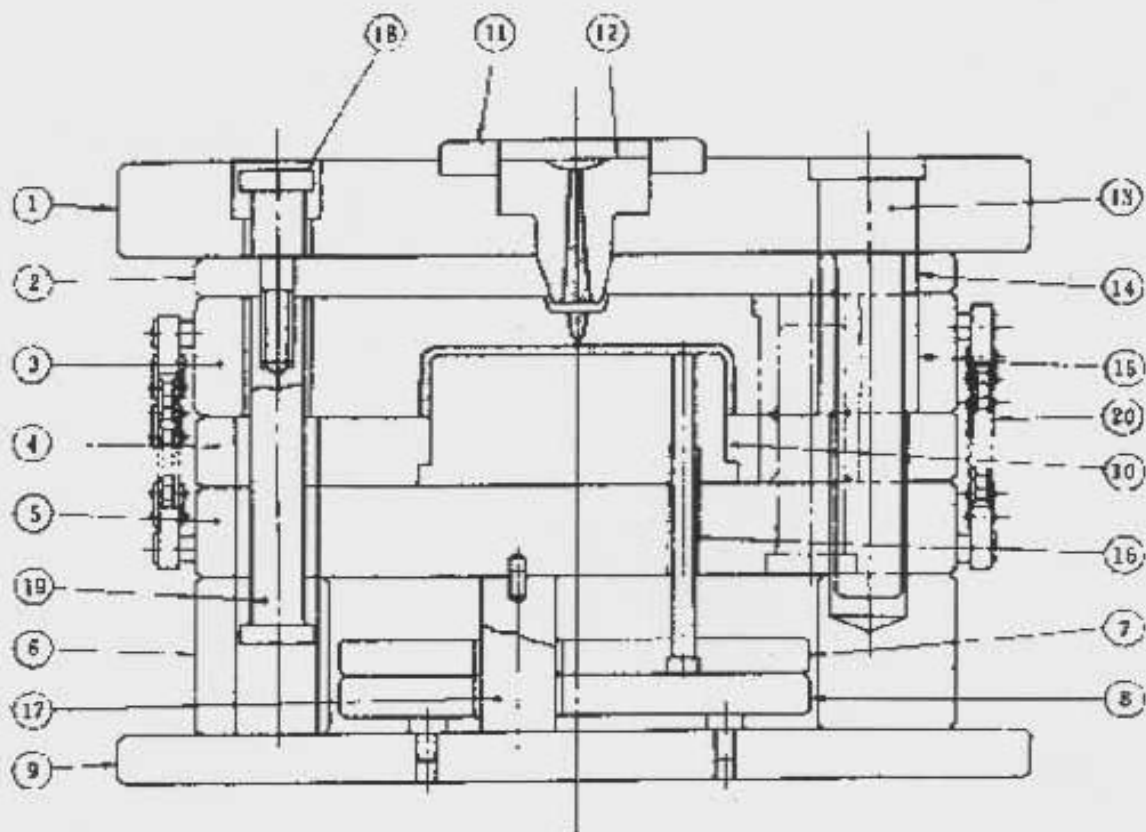


圖 2.2-4 三版模動作流程



件號	名稱	件號	名稱	件號	名稱
1	固定側模板	8	頂出板(下)	15	導銷襯套
2	流道襯板	9	可動側裝接板	16	頂出銷
3	固定側裝接板	10	心型	17	支座
4	可動側模板	11	定位環	18	止動螺釘
5	承板	12	澆道襯套	19	限位螺拴
6	間隔件	13	支承銷	20	鍊條
7	頂出板(上)	14	導銷襯套		

圖 2.2-3 三版式模具(使用點狀澆口)



- (1) **模具各部構件之功能**：固定側固定板 (cavity adapter plate) – 功能是將固定側模板、定位環、注道襯套等，固定在此板上，然後利用此皮，將整個模具之固定側予以固定在成型機之固定盤上。
- (2) 固定側模板 (cavity plate) – 亦稱為定模板，固定側之主體，導銷襯套即裝在此板上，可用來裝置注道襯套即流道、澆口之加工
- (3) 可動側模板 (core plate) – 亦稱為動模板，心型及導銷裝置在此板上。流道、澆口、回位銷孔、注道抓銷孔亦都在此板上加工而定位。此板與定模板之接合面稱為*分模面*。
- (4) 承板 (back up plate) – 此板裝置在動模板背面，具有補強功用，使動模板不因射壓力而發生彎曲變形。
- (5) 頂出銷 (ejector pin) – 亦稱射銷，當模具開啟動作完畢時，將成品頂出脫落。

## 製作群

組員：B87502142 張曉佳

B87502084 陳宗伯

B87502145 黃運雄